

УДК 665.662 Асист. Н.Ю. Вронська; проф. М.С. Мальований, д-р техн. наук;  
докторант Г.В. Сакалова, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВО-АДСОРБЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНОЇ ВОДИ ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Досліджено проблему очищення стічної води. Вивчено процес знезараження води ультрафіолетово-адсорбційним методом, який дає змогу очистити воду не тільки від патогенної мікрофлори, а й від механічних забруднень. Технологія дає змогу зменшити бактеріальну забрудненість, підвищуючи якість води. У процесі аналізу проб встановлено значення мікробного числа (МЧ). Відбір проб здійснено перед початком експерименту, після ультрафіолетового очищення, а також після використання природного сорбенту. З'ясовано, що у разі сумісного використання ультрафіолету та адсорбції вдається досягнути необхідних показників очищення води.

**Вступ.** Вода – необхідний елемент життєзабезпечення населення, і від її якості залежить стан здоров'я людей, рівень їх санітарно-епідеміологічного благополуччя, ступінь комфортності, а отже – і соціальна стабільність суспільства. Вода супроводжує майже всі сфери життя та господарської діяльності людини. Наскільки стрімко розвивається індустріальна цивілізація, настільки ж інтенсивно забруднюються ґрунт, ріки та водойми промисловими відходами [1]. Через підвищення забрудненості води традиційно застосовувані технології оброблення стічних вод стали недостатньо ефективними, тому очисні споруди не завжди забезпечують надійну ступінь очищення.

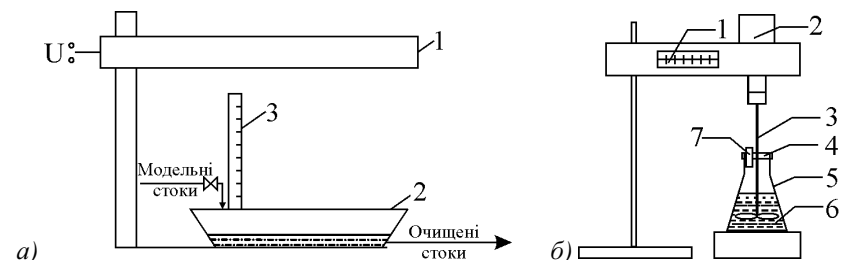
Виходячи із цього, дослідження доцільності впровадження та використання передових технологій очищення стічних вод та підготовки води для потреб промисловості стали актуальними [2]. Одним з найефективніших методів знезараження води від мікробіологічного забруднення є ультрафіолетове опромінення (УФ). Цей метод має низку переваг:

- УФ-опромінення летальне для більшості водних бактерій, вірусів, спор;
- знезараження ультрафіолетом відбувається внаслідок фотохімічних реакцій всередині мікроорганізмів, тому на його ефективність зміна характеристик води чинить набагато менший вплив, ніж у разі знезараження хімічними реагентами;
- в обробленій ультрафіолетовим випромінюванням воді не виявляються токсичні та мутагенні сполуки, які створюють негативний вплив на біоценоз водойм;
- на відміну від окиснювальних технологій, у разі передозування немає негативних ефектів [3].

Ще одним ефективним методом очищення води є адсорбція. Дедалі ширшого застосування набувають невуглецеві сорбенти природного та штучного походження. Використання цих сорбентів зумовлено достатньо високою їх адсорбційною ємністю, селективністю, катіонообмінними властивостями деяких з них, порівняно низькою вартістю та доступністю. Найважливішими представниками мінеральних природних сорбентів є цеоліти та глинисті матеріали. Вони досить поширені в Україні і різняться розмаїттям властивостей і сфер застосування. Перевагою є і те, що недорогий відпрацьований природний адсорбент не потребує регенерації [4, 5].

**Матеріали та методи.** У першій частині дослідження використовували воду, штучно інфіковану різними бактеріями роду *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Diplococcus*. Воду поміщали в ємність, де її піддавали УФ-опроміненню (УФ-лампа Philips TUV 15W/G15 T8, потужність – 15 Вт, тип цоколя – G13). Схему установки показано на рис. 1, а. Умови проведення експериментів: тривалість опромінення – 20 с, товщина шару води – 45 мм.

У другій частині досліджень до води, очищеної УФ-опроміненням, додавали різні види сорбентів (рис. 1, б). У наших дослідженнях використовували три типи сорбентів – бентоніти, цеоліти, глауконіти. Вони є найпоширенішими природними сорбентами, які можна використовувати для очищення води. Концентрація кожного сорбенту у дослідженні становила 20 г/л. Тривалість процесу – 1 год за умови постійного перемішування.



**Рис. 1.** Схема експериментальної установки: а) для процесу знезараження води ультрафіолетом: 1) ультрафіолетова лампа; 2) лоток для рідини; 3) мірна рейка; б) з апаратом з мішалкою: 1) регулятор обертів мішалки; 2) електродвигун; 3) вал мішалки; 4) ущільнювач; 5) колба; 6) досліджуване середовище; 7) пристрій для відбору проб

Відбір проб здійснювали перед початком експерименту, після УФ-очищення та після використання природного сорбенту. У пробах визначено значення мікробного числа [6].

**Результати дослідження.** Дані очищення води за допомогою ультрафіолетового опромінення та сорбенту наведено у табл. 1 та на рис. 2.

**Табл. 1.** Зміна мікробного числа

Бактерія	МЧ <sub>0</sub> , кл/см <sup>3</sup>	МЧ після УФ, кл/см <sup>3</sup>	МЧ після очищення сорбентом, кл/см <sup>3</sup>		
			бентоніт	цеоліт	глауконіт
<i>Bacillus</i>	76000	200	50	75	90
<i>Pseudomonas</i>	121000	2000	600	700	850
<i>Sarcina</i>	60000	1100	300	440	520
<i>Diplococcus</i>	90000	1400	350	470	540

Як видно з рис. 2, усі чотири види бактерій очищено за допомогою УФ і доочищено різними видами сорбентів. Кращі результати отримано у разі очищення води від бактерій роду *Bacillus*, а також за допомогою бентоніту. Мікробне число з 76000 кл/см<sup>3</sup> зменшилось до 50 кл/см<sup>3</sup>.

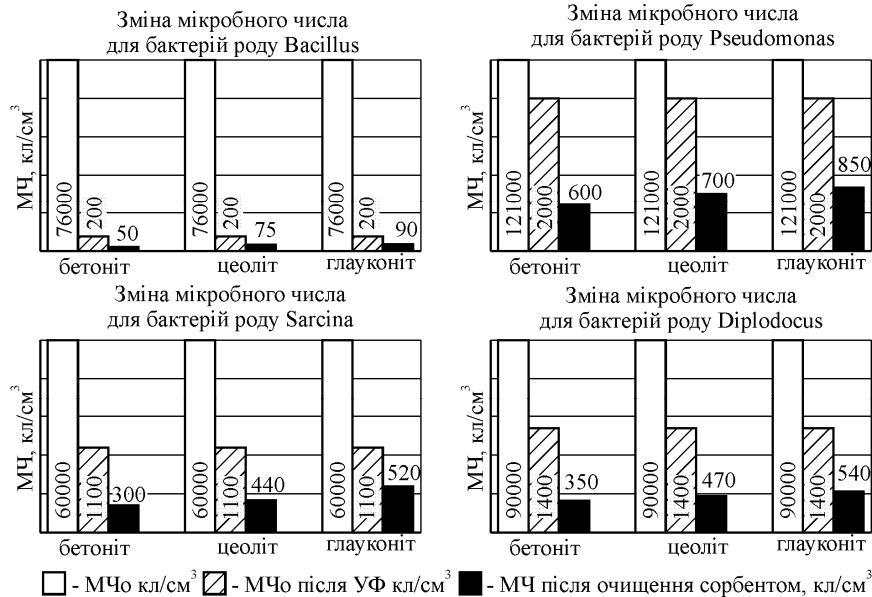


Рис. 2. Зміна мікробного числа у штучно інфікованій воді після УФ та адсорбційного очищення

Ступінь очищення для комплексного методу наведено у табл. 2.

Табл. 2. Ступінь очищення (СО)

Бактерії	СО <sub>0</sub> , <sup>3</sup> кл/см <sup>3</sup>	СО після УФ, кл/см <sup>3</sup>	СО після очищення сорбентом, кл/см <sup>3</sup>		
			бетоніт	цеоліт	глауконіт
Bacillus	0	99,73	99,93	99,90	99,88
Pseudomonas	0	98,35	99,50	99,42	99,29
Sarcina	0	98,17	99,50	99,27	99,13
Diplococcus	0	98,44	99,61	99,48	99,40

Унаслідок очищення, в якому використано на першому етапі УФ-опромінення, а на другому етапі – різні типи сорбентів (бетоніт, цеоліт, глауконіт) виявлено зменшення кількості мікроорганізмів. На першій стадії очищення максимальний ступінь очищення становив 99,73 %. На другому етапі, після додавання сорбенту, вдалось досягти ступеня очищення 99,93 %.

**Висновки.** Аналіз результатів експериментальних досліджень запропонованого способу очищення стічних вод свідчить про те, що комплексний підхід для очищення води дає змогу досягнути значно кращих результатів, ефективно провести очищення від біологічних забруднювачів, знизивши їх вміст в стічних водах.

### Література

1. Банников А.Г. Охрана природы / А.Г. Банников, А.К. Рустамов, А.А. Вакулін. – М. : Изд-во "Агропромиздат", 1987. – 245 с.  
 2. Жуков О.І. Методи очищення виробничих стічних вод / О.І. Жуков, І.Л. Монгайт, І.Д. Родзиллер. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1985. – 298 с.

3. Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами / В.Ф. Соколов. – М. : Изд. лит. по строительству, 1964. – С. 234.  
 4. Дістанов У.Г. Природні сорбенти СРСР / У.Г. Дістанов, А.С. Михайлов, Т.П. Конохова та ін. – М. : Изд-во "Недра". – 1990. – 208 с.  
 5. Тсїтсїшвілі Г.В. Натуральні цеоліти / Г.В. Тсїтсїшвілі, Т.Г. Андронікашвілі, Г.Н. Кіров, Л.В. Філізова. – К. : Вид-во "Химия". – 1985. – 224 с.  
 6. Слюсаренко Т.П. Мікробіологічна лабораторія цехів з виробництва харчових продуктів / Т.П. Слюсаренко, 1984. – 208 с.

### Вронская Н.Ю., Малеваный М.С., Сакалова Г.В. Исследование эффективности применения ультрафиолетово-адсорбционной технологии для очистки сточной воды от микробиологического загрязнения

Исследована проблема очистки сточной воды. Изучены процессы обеззараживания воды ультрафиолетово-адсорбционным методом, который позволяет очистить воду не только от патогенной микрофлоры, но и от механических загрязнений. Технология позволяет уменьшить бактериальную загрязненность, повышая качество воды. В процессе анализа проб установлено значение микробного числа (МЧ). Отбор проб осуществлен перед началом эксперимента, после ультрафиолетовой очистки, а также после использования природного сорбента. Показано, что в случае совместного использования ультрафиолета и адсорбции удается достичь требуемых показателей очистки воды.

### Vronska N. Yu., Malovanyu M.S., Sakalova H.G. The Evaluation of the Efficiency of Ultraviolet-adsorption Microbiologically Contaminated Wastewater Treatment Technology

Research is devoted to the problem of wastewater treatment. The aim was to study the process of water disinfecting with UV and adsorption method. The method allows cleaning water not only from pathogenic organisms, but also from mechanical pollution. Technology enables to reduce the bacterial contamination improving water quality. During the analysis of the samples, values of microbial number (MN) are set. Sampling was carried out before the beginning of the experiment, after UV cleaning, and after use of natural sorbent. It is shown that in the case of compatible UV and absorption can achieve the required performance water treatment.

**Keywords:** wastewater treatment, water disinfecting, mechanical pollution, bacterial contamination.

УДК 628.29

Доц. І.Ю. Попадюк, канд. техн. наук –  
 НУ "Львівська політехніка"

### РЕГУЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОСЕКЦІЙНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ДОЩОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Розглянуто різні сучасні конструктивні рішення багатосекційних резервуарів дощових стічних вод, які використовують у світовій практиці для регулювання дощового стоку з урбанізованих територій. Показано перевагу багатосекційних резервуарів над односекційними. Здійснено порівняльний аналіз резервуарів за різними ознаками. Описано конструктивні особливості та проаналізовано принципи роботи резервуарів дощових стічних вод, які найчастіше використовують на каналізаційних мережах світу.

**Ключові слова:** регулювання поверхневого стоку, багатосекційний резервуар дощових стічних вод.

**Актуальність теми.** Сучасний стан водних об'єктів України свідчить, що проблеми у сфері охорони природних вод посилюються. Для запобігання забрудненню водних басейнів, а також для підвищення надійності роботи та